

 DRM	PLANEJAMENTO DO PRAD DA UTM (BARRAGENS)	RT-UTM-04-16
		Rev.: 00 Data: 12/04/16 Página: 1 / 22

SUMÁRIO:

1. OBJETIVO
2. CAMPO DE APLICAÇÃO
3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
4. DEFINIÇÕES E SIGLAS
5. DESENVOLVIMENTO
6. CONCLUSÕES
7. EQUIPE TÉCNICA ENVOLVIDA NA ELABORAÇÃO/REVISÃO
8. ANEXOS

CONTROLE DE REVISÕES		
REV.	DATA	DESCRIÇÃO SUMÁRIA
00	12/04/16	Emissão Inicial.

	Elaboração	Verificação Técnica	Verificação Qualidade	Aprovação
Nome	Thiago Fernando de Avila Navarro – GEDEC.M	Gustavo Cecílio Costa Monteiro – COSIN.M	Marcos Assunção Cagnani – UQ-UTM	Maurício de Almeida Ribeiro – GEDEC.M
Conselho Nº	CREA 5063892517	CREA 80054/D	-	CREA 36325
IBAMA Nº	5800949	-	-	-
Data				
Assinatura				

1. OBJETIVO

O objetivo deste relatório é apresentar as atividades em andamento relacionadas ao controle e às manutenções realizadas nas barragens da UTM, visando garantir a segurança dessas estruturas. São descritas também as ações que serão desenvolvidas com o objetivo de manter e aprimorar a margem de segurança das barragens, bem como atender as obrigações legais.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Este relatório aplica-se à Gerência de Descomissionamento da Unidade de Caldas, GEDEC.M, da Unidade de Tratamento de Minérios, UTM; à Gerência de Licenciamento e Qualidade, GELIQ.M; e à Diretoria de Recursos Minerais, DRM, da Indústrias Nucleares do Brasil S.A. - INB.

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD INB UTM Caldas** – Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. Março de 2012.
- **Auto de Fiscalização FEAM nº 51095/2015**, de 14 de maio de 2015.
- **Relatório de Auditoria de Segurança de Barragem - Barragem de Rejeitos UTM Caldas - MLF Geotecnia e Mecânica de Rochas Ltda.** Abril de 2015.
- **Relatório de Auditoria Técnica de Segurança de Barragem - Barragem de Rejeitos UTM Caldas - MLF Geotecnia e Mecânica de Rochas Ltda.** Setembro de 2012.

4. DEFINIÇÕES E SIGLAS

4.1 Definições

- Não aplicável.

4.2 Siglas

- **ANA** – Agência Nacional de Águas
- **BF** – Bota Fora
- **CONFEA** – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
- **COSIN** – Coordenação de Suporte Industrial
- **CREA** – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia

- **D** – Decantação
- **DRM** – Diretoria de Recursos Minerais
- **FEAM** – Fundação Estadual do Meio Ambiente
- **GEDEC** - Gerência de Descomissionamento de Caldas
- **GELIQ** - Gerência de Engenharia, Licenciamento e Qualidade
- **IAEA** – Agência Internacional de Energia Atômica
- **IBAMA** – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- **INB** – Indústrias Nucleares do Brasil
- **PAE** – Plano de Ação de Emergência
- **PMP** – Precipitação Máxima Provável
- **PRAD** – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
- **R** – Revisão
- **RMS** – Requisição de Material/Serviço
- **RT** – Relatório Técnico
- **UDUAA** – Unidade de Descontaminação de Urânio nas Águas Ácidas
- **UQ** – Unidade da Qualidade
- **UTM** – Unidade de Tratamento de Minérios

5. DESENVOLVIMENTO

5.1 Descrição da Barragem de Águas Claras

A Barragem de Águas Claras, construída no início da década de 80, está localizada na divisa dos municípios de Caldas e Andradas, no estado de Minas Gerais, no ribeirão das Antas, aproximadamente 300 metros da confluência deste com o Córrego da Cachoeirinha. A sua construção teve como finalidade principal o abastecimento de água da Usina de Beneficiamento, implantada ao sul da área. A Figura 1 ilustra a Barragem de Águas Claras, vista da ombreira esquerda.



Figura 1 - Barragem de Águas Claras, vista da ombreira esquerda.

Fonte: Relatório de Inspeção de Segurança de Barragem (2015).

A barragem possui uma área de drenagem afluyente de aproximadamente 50 km². Tendo em vista a sua localização, ela retém todas as águas do interior da área que escoarem para o Ribeirão das Antas, possibilitando um controle da qualidade dessas águas.

Os principais contribuintes do ribeirão das Antas a montante da barragem são: o Córrego do Cercado na margem direita, dentro dos limites de propriedade da UTM; os córregos do Aterrado, da Cachoeirinha e das Pitangueiras na margem esquerda, fora da propriedade da UTM.

O reservatório da Barragem de Águas Claras foi formado a partir de uma barragem de terra composta de dois maciços e uma estrutura extravasora em concreto implantada na margem esquerda do Ribeirão das Antas.

O maciço da barragem é de material argiloso compactado, homogêneo, sendo que o material argiloso teve suas características geotécnicas definidas a partir do programa de investigações desenvolvido na fase de estudos do projeto.

A drenagem interna da barragem é promovida através de um filtro vertical contínuo de areia, com 0,60 m de espessura e um dreno sub-horizontal, também contínuo de areia, com 0,50 m de

espessura. Próximo ao pé de jusante, em uma extensão aproximada de 30,0 m na parte mais baixa das fundações, foram executados poços de alívio, de areia, com diâmetro de 0,30 m, a cada 1,5 m, atravessando a primeira camada de aterro compactado e a fundação em solo até o topo rochoso.

O talude de jusante é protegido com vegetação rasteira e dispõe, em todo o seu contorno, de canaletas de drenagem em meia cana de concreto pré-moldado com 0,5 m de diâmetro; na saída do dreno sub-horizontal e na região de variação do nível d'água a jusante, o talude é protegido com enrocamento. Já para o talude de montante a proteção é realizada por meio de "rip rap" nas cotas acima da 1.283 m.

A instrumentação foi executada durante a construção da barragem, em duas seções transversais e as interfaces com os blocos de abraço através de piezômetros tipo Casagrande e placas de recalque, posteriormente à fase construtiva a instrumentação continuou a ser executada através de 15 piezômetros do tipo Casagrande.

As estruturas de concreto constam do vertedor em arco, contendo o descarregador de fundo e a caixa de espera para o plugue do canal de desvio em sua parte central, de dois blocos de escora do arco, de dois muros de abraço que penetram a barragem de terra, de dois muros laterais ao canal de escoamento do vertedor, da Lage de fundo do canal, de um bloco transversal no fim do canal formando uma pequena bacia de dissipação, do plugue do canal de desvio e da ponte.

O vertedor é em arco de simples curvatura, cilíndrico de geratriz vertical e raio constante, construído em concreto massa, tendo uma armadura de pele em malha. A crista vertedora do arco está na cota 1.287 m, sua base aproximadamente na cota 1.282 m e sua curvatura é de 1,0 m. Estruturalmente, é um arco apoiado nos blocos de escora com os quais tem duas juntas de retração com placas de apoio de "Neoprene" e vedação "Fugenband". A Figura 2 apresenta o sistema extravasor de vertedor em arco.



Figura 2 - Sistema extravasor, vertedor em arco.

Fonte: Relatório de Inspeção de Segurança de Barragem (2015).

Tabela 1 - Dados de projeto da Barragem de Águas Claras

Hidrologia	
Área de drenagem	51 km ²
Descarga média mínima natural correlacionada	0,5 m ³ /s
Descarga máxima afluente de projeto	490 m ³ /s
Descarga máxima efluente	180 m ³ /s
Descarga mínima garantida à jusante	0,125 m ³ /s
Reservatório	
Comprimento máximo	3.500 m
Largura média	250 m
Nível d'água máximo normal	1.287,0 m
Nível d'água mínimo normal	1.284,5 m
Depleção normal	2,5 m
Nível d'água máximo	1.289,2 m
Nível d'água mínimo	1.284,0 m
Área inundada ao NA máximo normal	1,15 X 10 ⁶ m ²
Área inundada ao NA máximo	1,9X 10 ⁶ m ²
Volume (NA máximo normal)	3,9 X 10 ⁶ m ³
Volume útil	2,2 X 10 ⁶ m ³
Volume morto (abaixo do NA mínimo)	1,7 X 10 ⁶ m ³

Hidrologia

Volume da laminação da cheia de projeto

 $3,3 \times 10^6 \text{ m}^3$
Fonte: Dados de projeto da barragem

5.2 Descrição da Barragem de Rejeitos

A Barragem de Rejeitos, construída no início da década de 80, teve seu projeto executivo elaborado pela Construtora Andrade Gutierrez S.A., Victor F. B. de Mello & Associados S/C Ltda. e Seebra Engenharia de Projetos. O objetivo do barramento foi a criação de um reservatório para deposição dos resíduos provenientes do processamento de minério na Usina. Os efluentes gerados são tratados à jusante da barragem antes do lançamento ao curso d'água natural.

A barragem está localizada a sudeste da Mina, entre as coordenadas UTM 7.569.500 e 7.569.750 Norte e 345.500 e 345.750 Leste. Essa região integra a bacia do rio Soberbo, contígua à bacia do rio das Antas, sendo estas separadas por uma sela topográfica, constituindo um divisor de águas natural. A Figura 3 ilustra a Barragem de Rejeitos.



Figura 3 – Barragem de Rejeitos, vista da ombreira direita

Fonte: Relatório do PRAD UTM Caldas (2012).

Conforme o projeto executivo, essa barragem é de enrocamento com núcleo argiloso, de 42 m de altura, com eixo curvo de raio 380 m e concavidade para jusante. Os taludes da barragem possuem

declividade de 1,0 (V):1,4 (H) do pé da barragem até a cota 1295 m, e; de 1,0 (V):1,3 (H), da cota 1295 m à cota 1310 m. A Figura 4 apresenta uma seção transversal típica localizada na estaca 11.

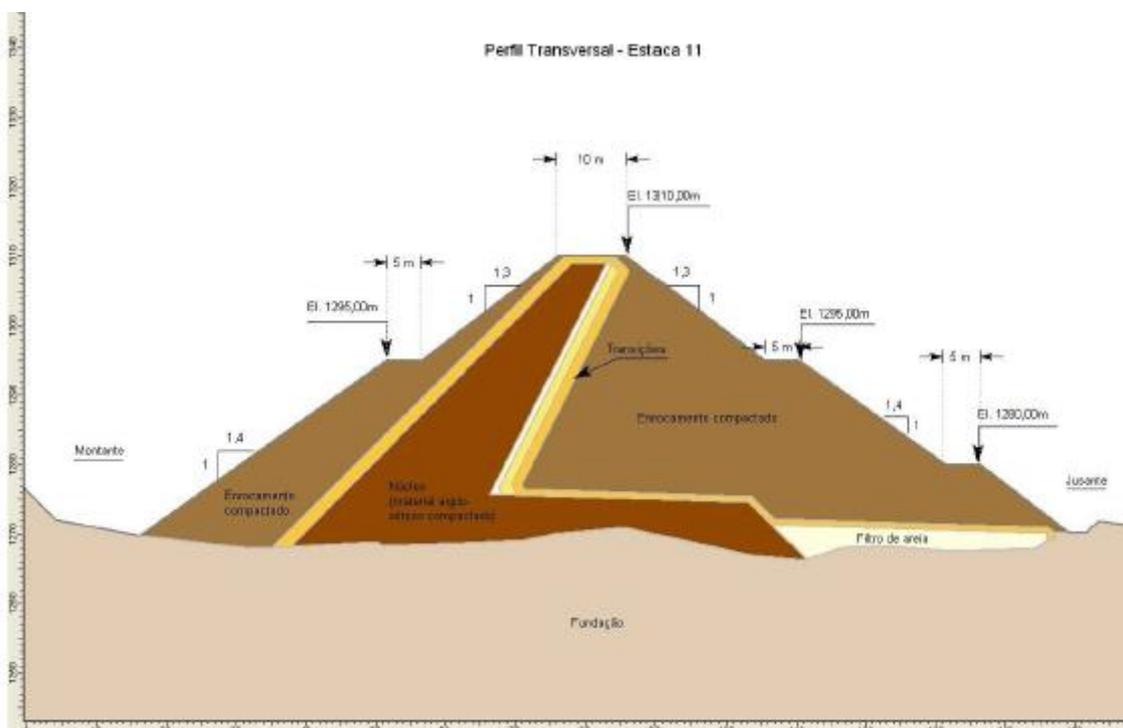


Figura 4 - Seção transversal típica estaca 11 - Projeto Executivo

Fonte: Relatório do PRAD UTM Caldas (2012).

A barragem é dotada de filtros e transições entre os enrocamentos de montante e jusante e o núcleo argiloso. O sistema de filtro e transição de jusante se encontra conectado a um tapete de drenagem horizontal, por meio do qual as águas de infiltração que passam pela barragem e pela fundação são captadas e conduzidas para jusante, constituindo o sistema drenagem interno da barragem.

O projeto inicial da barragem previa a selagem deste sistema de drenagem interno da barragem, de modo a evitar que a contribuição das águas de chuva, infiltradas pelo talude de jusante da barragem, sobrecarregasse o sistema de tratamento dos efluentes. Sendo assim, a seção típica para o barramento foi desenvolvida visando atender tal premissa, prevendo-se a selagem do tapete de drenagem horizontal por meio de uma membrana butílica, devendo a espessura da camada drenante sob a membrana, bem como sua declividade, garantir o escoamento livre do fluxo d'água interno do maciço.

No entanto, durante os estudos de projeto executivo, verificou-se que as vazões decorrentes das águas pluviais infiltradas pelo talude de jusante seriam de pequena monta, da ordem de, no máximo, 60 L/s, tornando opcional a selagem do tapete com utilização da lona butílica.

O extravasor do reservatório, do tipo tulipa, encontra-se apoiado na ombreira direita, tanto no trecho sub-horizontal (sob o maciço da barragem) como no trecho sub-vertical, assente sobre a encosta, e acompanha a topografia original. O sistema de captação das águas é composto por comportas retangulares de 0,40 m x 0,40 m de seção. A transposição das águas para jusante é feita através de tubos de concreto com escoamento a superfície livre. O recolhimento das águas a jusante é feito por caixas de passagem e aduzidas para as chicanas através de condutos com escoamento sob pressão.

O freeboard do barramento foi dimensionado levando-se em conta a máxima altura de onda provável de ocorrer no reservatório devido à incidência de ventos, os recalques totais previstos para o maciço da barragem, além da altura necessária para amortecimento de cheias. No segundo semestre de 1994, o extravasor da barragem de rejeito foi alteado em dois metros, alterando as especificações originais do projeto executivo com relação ao N.A. _{max} (elevação 1.305,80 m) e volume do reservatório ($2,39 \times 10^6 \text{ m}^3$), além de reduzir o a altura do freeboard.

A instrumentação de segurança da barragem é constituída por três seções instrumentadas, nas estacas 6, 11 e 16, cuja instalação teve como premissas básicas: o controle do comportamento da estrutura durante a sua construção; verificar as hipóteses assumidas no projeto; e, possibilitar o acompanhamento do comportamento do maciço compactado e da fundação durante a fase operacional e após o descomissionamento do reservatório.

A instrumentação implantada para possibilitar a otimização dos problemas construtivos, constou de piezômetros de resposta rápida (piezômetros pneumáticos).

A instrumentação complementar, para monitoramento de toda a vida útil da obra, é constituída por piezômetros de resposta rápida, instalados na fundação e no tapete de drenagem horizontal de jusante, piezômetros tipo Casagrande instalados no núcleo impermeável, caixas suecas para medidas de recalques do maciço argiloso e do maciço de enrocamento e marcos topográficos de recalque superficial, no talude de jusante da barragem.

A Tabela 2 apresenta as características gerais do projeto da Barragem de Rejeitos.

Tabela 2 - Dados de projeto da Barragem de Rejeitos

Barragem	
cota da crista	1.310,00 m
largura da crista	10,00 m
altura máxima	42,00 m
comprimento da crista	435,00 m
taludes montante/jusante	
- da base à cota 1.295,00m	1(V):1,4(H)
- da cota 1.295,00 a 1.310,00m	1(V):1,3(H)
Reservatório	
área inundada ao N.A. máx. max	0,25 km ²
área inundada ao N.A. máx. normal	0,23 km ²
volume do reservatório ao N.A. máx. max	2,17x10 ⁶ m ³
volume do reservatório ao N.A. máx. normal	2,02x10 ⁶ m ³
volume para amortecimento	0,15x10 ⁶ m ³
N.A. máx. normal	1.303,20 m
N.A. máx. max	1.303,80 m
volume máximo de deposição de rejeitos	1,97x10 ⁶ m ³
nível máximo de deposição de rejeitos	1.303,00 m
cota máxima do divisor de águas Antas/Soberbinho	1.304,20 m
Hidrologia	
Área de drenagem	0,86 km ²
Descarga média afluente de rejeitos	0,15 m ³ /s
Descarga máxima efluente	2,10 m ³ /s

Fonte: Dados de projeto da barragem

5.2.1 Caracterização dos rejeitos estocados na Bacia de Rejeitos

Dentre os estudos do PRAD, foi realizada a caracterização dos rejeitos que atualmente estão depositados na Barragem de Rejeitos.

Os resultados das análises indicam que o rejeito é uma areia siltosa, sem componente coesiva ou argilosa. De modo geral a granulometria desses rejeitos é mais grosseira do que da mineração convencional e, devido à relação desse parâmetro com a permeabilidade, implica uma característica de alta permeabilidade para o material. Os cálculos realizados a partir da fórmula de Hazen apontam uma permeabilidade na ordem de 10⁻⁵ m/s. Com esse valor tem-se como benefício, a rapidez em drenar o material e consolidar sob carga, porém pensando-se em aspectos ambientais, essa característica não se mostra positiva, já que o material possui fraca capacidade de manter o grau de saturação e assim permite altas taxas de oxidação e, por consequência, geração de drenagem ácida

principalmente nas áreas emersas. A Figura 5 e Figura 6 apresentam vista do lago da Barragem de Rejeitos e da Asa da Andorinha.



Figura 5 - Vista do lago da Barragem de Rejeitos

Fonte: Relatório do PRAD UTM Caldas (2012).



Figura 6 - Vista de uma das praias expostas na margem da Barragem de Rejeitos (Asa da Andorinha).

Fonte: Relatório do PRAD UTM Caldas (2012).

A quantidade depositada de rejeitos na Bacia de Rejeitos, em toneladas, é apresentada pela Tabela 4.

Tabela 3 - Quantidade de rejeitos na Bacia de Rejeitos

Material	Embalagem	Quantidade (t)
Minério Processado	Á granel	2.111.920
Minério associado a torta II processado	Á granel	1.100
Torta II processada	Á granel	174
Mesotório	Tambores	1.500
Minério e Torta II misturados	Á granel	2.070.830
Fração sólida do rejeito líquido do minério associado a torta II processado	Á granel	317.060
Fração sólida do tratamento de águas marginais (gesso contendo diuranato de cálcio)	Á granel	83.750

Fonte: Relatório do PRAD UTM Caldas (2012).

5.3 Alternativas de Fechamento para o PRAD

Nos estudos do PRAD foram elaboradas para a Barragem de Rejeitos três alternativas de fechamento sendo elas: Alternativa 1 – Cobertura de Solo; Alternativa 2A – Cobertura com Água com Açudes em Cascata e; Alternativa 2B – Cobertura com Água com Rejeito Nivelado na Cota 1.308 m.

Já a Barragem de Águas Claras não fez parte do escopo do PRAD, sendo requerida a sua inclusão oficialmente em dezembro de 2014 por meio de Despacho-Ofício 1701/2014 do Ministério Público Federal – Procuradoria da República no Município de Pouso Alegre.

As alternativas de fechamento foram avaliadas e observou-se que a alteração entre cobertura com solo ou diques em cascata não resultaria em diferenças significativas em termos de incremento de dose, sendo assim, segundo conclusões do PRAD, devem-se ser considerados para a seleção da alternativa fatores de segurança e manutenção a longo prazo. A alternativa que melhor atenderia a esses critérios seria a Alternativa 1 - Cobertura com Solo.

Esta alternativa consiste em deslocar parte dos 0,4 milhões de m³ atualmente acima do NA (cota 1.305,6 m) do lago para formar uma superfície final horizontal para os rejeitos a cota aproximada de 1.308 m e colocar sobre ela uma cobertura de no mínimo 2 m de solo natural. A Figura 7 ilustra a espessura de solo disposto sobre o rejeito já nivelado na cota 1.308 m.

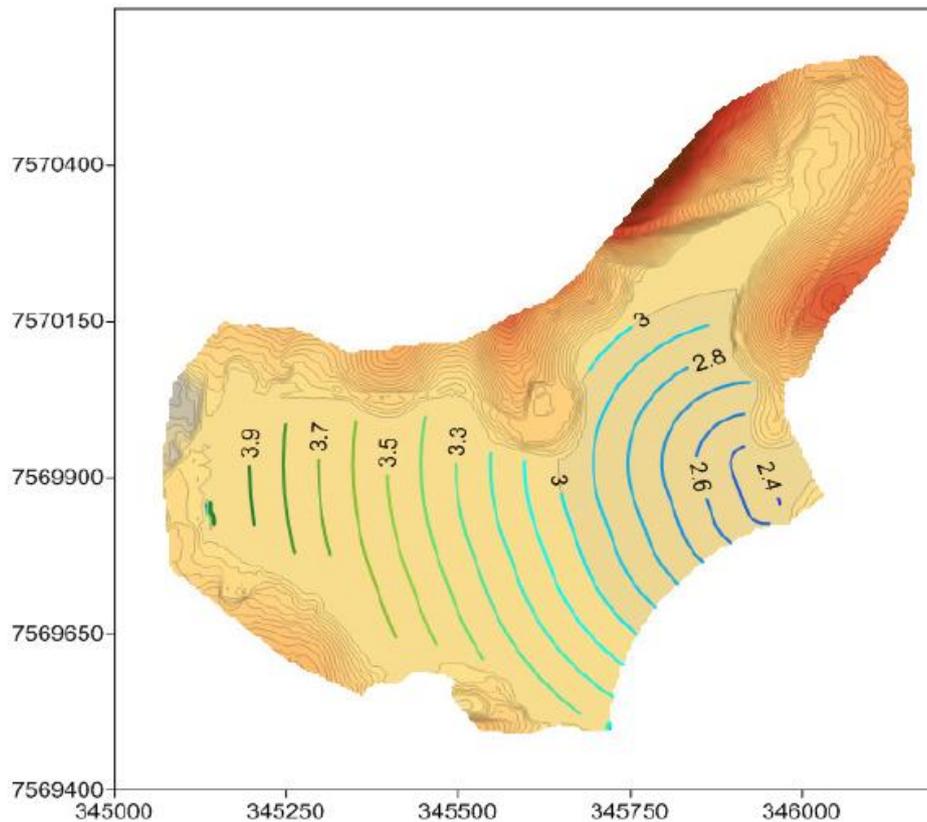


Figura 7 - Espessura de solo disposto sobre o rejeito na cota 1.308 m.

Fonte: Relatório do PRAD UTM Caldas (2012).

A movimentação dos rejeitos poderá ser feita por meios mecânicos nas áreas mais altas e por meios hidráulicos (usando jatos de água ou “monitoring”) nas partes mais baixas do depósito emerso.

A cobertura será de perfil homogêneo, constituída por estéril limpo do BF-7, terá um declive mínimo de 0,2% para manter drenagem contínua para o novo vertedor de abandono. A localização do novo vertedor permitirá que a combinação de cobertura e drenagem resulte em uma área alagada (“wetland”) com vegetação do tipo já estabelecido na orla do lago que garantirá a saturação permanente do rejeito.

A barragem deverá ser alteada para cota 1.315 m e o talude de jusante deverá ser conformado em 3,0 (H):1,0 (V), usando dolomita britada como material de transição do enrocamento atual e finalmente estéril limpo das pilhas BF-7; nesta condição a “barragem” funciona apenas como um dique de controle das cheias na área interior e de modo geral será um “aterro” com um talude e naturalmente vegetado do lado exterior. A Figura 8 ilustra o cenário de disposição da camada de solo no fechamento da Barragem de Rejeitos.

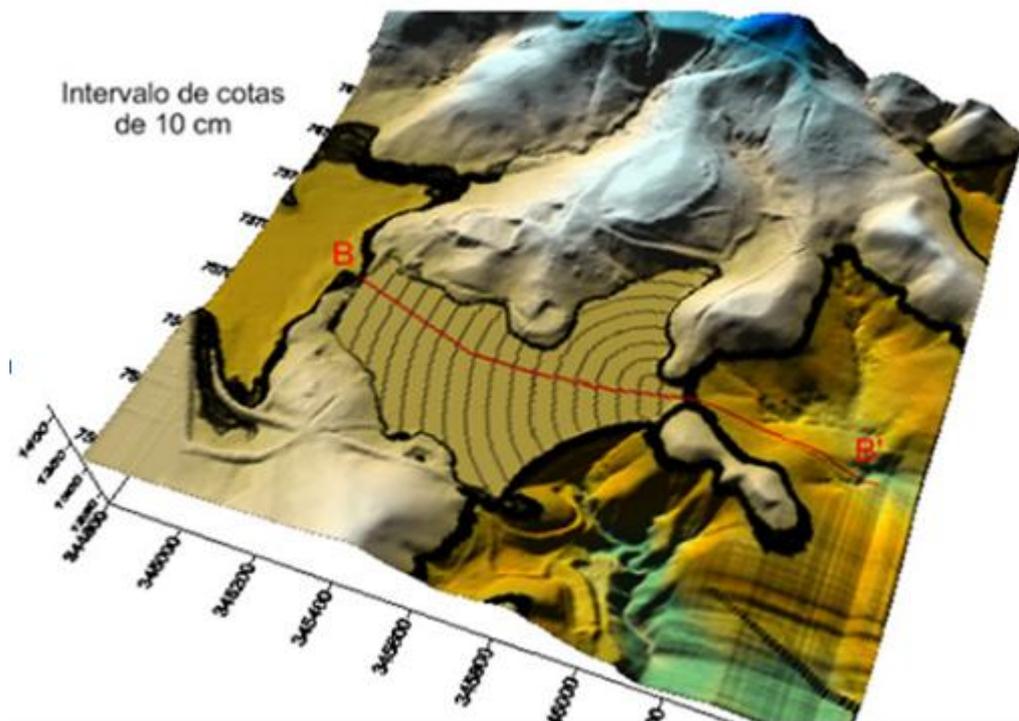


Figura 8 - Cenário de disposição da camada de solo em declividade de 0,2% e perfil da seção B-B'.

Fonte: Relatório do PRAD UTM Caldas (2012).

Segundo o PRAD, a saturação do rejeito garantirá uma taxa de geração de acidez relativamente baixa e com impacto insignificante no contexto da qualidade de água descarregada pelo vertedor ou percolada através da barragem para o meio ambiente. A aplicação da transição de dolomita e estéril terroso limpo no talude de jusante da barragem deverá reduzir a vazão e atenuar a qualidade de águas emergentes da drenagem de fundo do talude de jusante da mesma.

Estudo realizado por Macacini (2008) na própria bacia da UTM-Caldas mostrou que uma cobertura de solo compactado de cerca de 20 cm de espessura é suficiente para mitigar a emissão de radônio. Outro estudo realizado na barragem de rejeitos da UTM-Caldas por H.M. Fernandes, M.R. Franklin, G.M. Leoni e M. Almeida e apresentado pelo IAEA (2004a) indica que maiores teores de umidade na cobertura favoreceriam a redução da emissão de radônio, sendo recomendado um teor de umidade superior a 21% para cobertura argilosa, que foi objeto desse estudo. Dessa forma, a espessura da cobertura proposta (mínimo de 2 m) e sua condição de saturação com água resultarão em uma condição de minimização da emissão de radônio. Além disso, a cobertura também promove proteção eficiente contra a emissão de poeira e de radiação ionizante. Segundo o IAEA (2004), proteção contra raios gama geralmente pode ser obtida com uma camada de solo de 0,5 m de espessura.

5.4 Atividades em Desenvolvimento

A UTM mantém entre as suas atividades de rotina as monitorações das barragens por meio de piezômetros e linígrafos. São ao todo 15 piezômetros na Barragem de Águas Claras e 20 piezômetros na Barragem de Rejeitos em operação, sendo coletados dados com frequência mensal.

São realizadas também de forma rotineira as manutenções nesses locais como, por exemplo, as desobstruções de canaletas de drenagem, a retirada de vegetação arbustiva nos taludes de jusante, o controle de cupinzeiros e formigueiros, além de manutenções nas estruturas de proteção e nas instrumentações das barragens.

Foram realizadas para as duas barragens, nos anos de 2012 e 2015, inspeções de segurança de barragem por meio de contratação de um perito externo (MLF Geotecnia), conforme estabelecido pela legislação de barragens.

Ambas as barragens foram vistoriadas no ano de 2015, sendo a primeira vistoria realizada em 14 de maio de 2015 por fiscal da Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM. Segundo Auto de Fiscalização nº 51095/2015 foi atestado para a Barragem de Rejeitos que:

“Conforme conclusão do auditor pode-se afirmar que não se verificou a partir das inspeções e vistorias na Barragem de Rejeitos, qualquer evidência de processos instabilizatórios, passados, em curso ou com potencial risco de ocorrência.”

Esta constatação também foi realizada para a Barragem de Águas Claras como pode ser observado nas conclusões do Auto de Fiscalização já citado:

“De acordo com o auditor, a Barragem de Águas Claras não apresenta qualquer evidência de processos instabilizatórios, passados, em curso ou com potencial risco de ocorrência.”

Em 12 de fevereiro de 2015, as barragens foram novamente vistoriadas por fiscais da Agência Nacional de Águas – ANA. O Ofício ANA nº 682/2015/SFI-ANA, de 28/12/2015, informou que a INB supriu as pendências da Barragem de Águas Claras perante as resoluções ANA nº 742/2011 e 91/2012, em relação à Barragem de Águas Claras, em atendimento à Política Nacional de Segurança de Barragens, Lei nº 12.334, de 20/09/2010.

5.4.1 Ações Adotadas Após o Evento de Rompimento da Barragem de Rejeitos do Fundão, em Mariana – MG.

Em face da ocorrência do recente episódio de rompimento da Barragem de Rejeitos do Fundão, em Mariana - MG, a Diretoria de Recursos Minerais da INB constituiu em novembro de 2015, um Grupo de Trabalho visando avaliar as condições de segurança das barragens da UTM. Em decorrência, o trabalho desenvolvido definiu um conjunto de ações preventivas recomendadas para manter e aprimorar a margem de segurança das barragens.

Dentre as conclusões do Grupo de Trabalho, destaca-se a orientação de promover a elaboração de um estudo para reavaliação da estabilidade da barragem e contemplar o Plano de Segurança de Barragem e o Plano de Ação Emergencial. O processo de contratação de empresa especializada para atendimento às recomendações do Grupo de Trabalho está em andamento por meio da RMS GEDEC.M-2016/03/00008.

5.5 Atividades a Serem Desenvolvidas

Os trabalhos que serão desenvolvidos para adequar as barragens da UTM, com base nas conclusões do Grupo de Trabalho serão apresentados a seguir.

5.5.1 Elaboração do Plano de Segurança de Barragem (incluindo o Plano de Ação de Emergência– PAE)

A elaboração do Plano de Segurança de Barragens – PSB, incluindo o Plano de Ação de Emergência – PAE, para Barragem de Águas Claras e Barragem de Rejeitos regularizará a situação da UTM em relação ao disposto na Lei Federal nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, a qual estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais.

Destaca-se que como subsídio para a elaboração do PAE e definição do fluxograma de comunicação no caso de emergência, deverá ser desenvolvido o estudo de ruptura hipotética de barragem (Dam Break), o qual será desenvolvido com o auxílio de ferramentas computacionais (HEC-HMS e FLO2D) para simulação de hidráulica bidimensional e mapeamento das manchas de inundação para ocorrência de ruptura para os seguintes cenários: piping (erosão regressiva); overtopping (galgamento) e tombamento.

O PAE conterá em seus anexos a relação das autoridades públicas (Prefeituras e Defesas Cíveis municipais e estaduais afetadas) que receberão a cópia do Plano. Após a entrega do PAE às autoridades citadas, os respectivos protocolos de recebimento serão arquivados como Anexos e Apêndices do PAE.

O responsável técnico pela elaboração do Plano de Segurança de Barragens deverá ter registro no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA, com atribuições profissionais para projeto ou construção ou operação ou manutenção de barragens, compatíveis com as definidas pelo Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CONFEA.

5.5.2 Avaliação das Recomendações Técnicas para as Barragens

Pelo fato de existir auditorias passadas e estudos para as barragens da UTM, é importante avaliar se as recomendações sugeridas são pertinentes e/ou atendem às legislações atualmente vigentes, buscando melhorias que possam aumentar a segurança das estruturas, minimizar os custos e facilitar a gestão. Desde 2011 foram elaborados documentos que relatam sobre as condições gerais das barragens da UTM pelas empresas REGEA (2011), Golder Associates (2012) e MLF Geotecnia (2012 e 2015).

5.5.3 Avaliação do Atual Sistema de Monitoramento e Elaboração do Programa de Monitoramento

Devido aos sistemas de monitoramento das barragens serem antigos (década de 80), deverão ser realizados testes para assegurar que os mesmos estejam funcionando corretamente e certificar que os resultados obtidos são confiáveis, possibilitando determinar a segurança do barramento. Adicionalmente, deve-se avaliar se a quantidade de instrumentos e a localização estão coerentes para fornecer informações confiáveis para os estudos, inclusive se existe a necessidade de redução para facilitar o gerenciamento. Os dados coletados nos instrumentos de monitoramento da barragem são utilizados para o cálculo da estabilidade da estrutura, indicando se o nível de segurança da estrutura é adequado ou exige medidas que garantam a sua segurança. A norma NBR 13.028/2006 exige fatores de segurança para as barragens em mineração, sendo este fator calculado de acordo com os dados existentes.

5.5.4 Reavaliação da Estabilidade da Barragem de Rejeitos

De forma a garantir a segurança da estrutura quanto às possíveis rupturas e atendimento à legislação atual, deverão ser realizadas novas análises de estabilidade com parâmetros mais indicados de forma a certificar a segurança da estrutura. Ressalta-se que estas análises são informações relevantes para as auditorias, na qual atestam a estabilidade da estrutura.

5.5.5 Avaliação do Projeto da Barragem Asa da Andorinha

A área exposta de rejeito sólido na Barragem de Rejeitos, devido à presença de pirita, tem alto potencial de geração de drenagem ácida. Na fronteira norte da Asa da Andorinha, com o objetivo de minimizar esse problema, colocou-se sobre o rejeito exposto uma camada de 30 cm de argila compactada. Do ano 2000 até os dias atuais, não houve manutenção no local, o que implicou no comprometimento dessa camada e, por consequência, maior geração de drenagem ácida.

Em função disso, o surgimento de águas superficiais ácidas vem sendo tratado através de lançamento de suspensão de cal hidratada, para correção de pH e precipitação dos metais no próprio local. Na região, com o objetivo de reduzir o contato com as águas pluviais, são executadas a correção no caimento da estrada e o desvio de água de enxurrada (bigodes) para as canaletas de lançamento direto aos talvegues naturais.

Será estudada ainda a adoção de drenagens periféricas e a construção de um dique cujo objetivo será o recebimento de efluente tratado da plataforma da usina e da Barragem, além do efluente isento de urânio da operação da Unidade de Descontaminação de Urânio em Águas Ácidas – UDUA para tratamento da drenagem da bacia BNF.

Esse projeto prevê a implantação de uma barragem localizada na Asa da Andorinha, a montante do atual reservatório da Barragem de Rejeitos. Devido às características do terreno em que a barragem será construída e a possibilidade de interferência do escoamento com a barragem já existente, deverá ser realizada uma avaliação sistêmica do projeto em questão, de modo a buscar soluções que garantam a segurança da estrutura e de forma eficiente e econômica.

5.5.6 Elaboração de Projetos para a Alteração do Sistema Extravasor da Barragem de Rejeitos

De maneira a garantir a segurança da Barragem de Rejeitos os órgãos ambientais exigem que para o Plano de Fechamento as estruturas extravasoras dos barramentos devam ser de superfície livre (NBR 13.028/2006), possibilitando assim, a realização de inspeções e reparos quando necessário. Uma vez que a barragem se encontra fora de operação, é necessário realizar o projeto de tamponamento do atual sistema extravasor (tulipa) buscando maximizar a segurança e atender às exigências dos órgãos ambientais.

O novo vertedor de superfície livre será dimensionado para suportar as cheias de projeto decorrente da Precipitação Máxima Provável – PMP sendo necessária, assim, a elaboração de projeto detalhando as dimensões dessa estrutura.

Portanto, serão necessários dois projeto de engenharia para a alteração do atual sistema extravasor, sendo eles: *Projeto da Plugagem da Galeria de Fundo da Barragem de Rejeitos* e *Projeto do Vertedouro em Soleira Livre da Barragem Rejeitos*.

5.5.7 Elaboração de Projeto para a Separação das Drenagens na Área da Barraginha

Conforme legislação ambiental, não é permitida a diluição de contaminantes em águas naturais, o que acarretaria em um aumento significativo no volume a ser tratado, fato esse observado na região da Barraginha, a jusante da Barragem de Rejeitos. Ademais, caso o sistema de bombeamento não seja capaz de enviar para o tratamento todo o efluente coletado, poderá haver o transbordamento e, conseqüentemente, causar um impacto ambiental passível de multa pelos órgãos fiscalizadores. Assim, o projeto na região da Barraginha visa separar as contribuições naturais daquelas provenientes do dreno de fundo para minimizar o volume de água a ser tratado e reduzir o risco de possíveis danos ambientais, além de custos operacionais.

5.5.8 Avaliação das Alternativas de Fechamento para a Barragem de Rejeitos

O Plano de Fechamento existente demonstra quantitativos elevados na qual foram consideradas premissas conservadoras, o que culminou em custos elevados para a desativação dessa estrutura. Assim, vislumbra-se que algumas proposições recomendadas no Plano de Fechamento possam ser revisadas para assegurar o atendimento às normas vigentes, bem como minimizar os custos e melhorar a gestão.

5.5.9 Caracterização do sedimento na Represa de Águas Claras

Todo o processo de tratamento de águas ácidas na UTM visa à geração de um efluente que atenda as normas ambientais e radiológicas vigentes. Esse tratamento é realizado desde o período de exploração de urânio e o efluente gerado arrasta uma pequena parcela de sólidos em suspensão que é retido nas bacias de decantação da unidade (D3 e D4).

Atualmente, o efluente tratado é lançado na Represa de Águas Claras e, devido ao longo tempo de funcionamento e as possíveis influências da eficiência de retenção dos sólidos suspenso na qualidade dessas águas, a UTM iniciou os trabalhos de batimetria e caracterização dos sedimentos presentes nesse reservatório.

Esses trabalhos são compostos por um levantamento georreferenciado do volume de sedimento no fundo da bacia através de um sonar e uma coleta de amostras de sedimento para a caracterização química e radiológica desse material.

Com a realização do estudo, essas informações serão importantes para a proposição de soluções técnicas, bem como, se for o caso, servirem de subsídio para as alternativas de fechamento dessa estrutura.

5.5.10 Elaboração e Avaliação de Alternativas de Fechamento para a Barragem de Águas Claras

Assim como para a Barragem de Rejeitos, a Barragem de Águas Claras será alvo de estudos que avaliem as alternativas de fechamento para essa estrutura.

Como a sua inclusão foi oficialmente realizada em dezembro de 2014, por meio de Despacho-Ofício 1701/2014 do Ministério Público Federal – Procuradoria da República no Município de Pouso Alegre será contratada empresa especializada para elaborar propostas de fechamento, além de avaliar qual alternativa atenderia aos requisitos da legislação ambiental e nuclear.

5.6 Estimativas de Prazos

Tabela 4 - Estimativas de prazos para as atividades da Barragem de Águas Claras

Atividades	Detalhes	Prazo/meses
Elaborar Plano de Segurança de Barragem/Plano de Ação de Emergência	Contratação do serviço por meio da RMS GEDEC.M-2016/03/00008	18

Atividades	Detalhes	Prazo/meses
Avaliação das Recomendações Técnicas Realizadas	Contratação do serviço por meio da RMS GEDEC.M-2016/03/00008	18
Avaliação do Atual Sistema de Monitoramento e Elaboração do Programa de Monitoramento	Contratação do serviço por meio da RMS GEDEC.M-2016/03/00008	18
Caracterização do sedimento na Represa de Águas Claras	Levantamento batimétrico e caracterização química/radiológica do sedimento	6
Elaboração e Avaliação de Alternativas de Fechamento para a Barragem de Águas Claras	Contratação de empresa especializada	36

Tabela 5 - Estimativas de prazos para as atividades da Barragem de Rejeitos

Atividades	Detalhes	Prazo/meses
Elaborar Plano de Segurança de Barragem/Plano de Ação de Emergência	Contratação do serviço por meio da RMS GEDEC.M-2016/03/00008	18
Avaliação das Recomendações Técnicas Realizadas	Contratação do serviço por meio da RMS GEDEC.M-2016/03/00008	18
Avaliação do Atual Sistema de Monitoramento e Elaboração do Programa de Monitoramento	Contratação do serviço por meio da RMS GEDEC.M-2016/03/00008	18
Reavaliação da Estabilidade	Contratação do serviço por meio da RMS GEDEC.M-2016/03/00008	18
Avaliação do projeto da Barragem Asa da Andorinha	Contratação do serviço por meio da RMS GEDEC.M-2016/03/00008	18
Elaboração de projetos para a alteração do sistema extravasor	Contratação do serviço por meio da RMS GEDEC.M-2016/03/00008	18
Elaboração de projeto para a separação das drenagens na área da Barragem	Contratação do serviço por meio da RMS GEDEC.M-2016/03/00008	18
Avaliação das Alternativas de Fechamento	Contratação do serviço por meio da RMS GEDEC.M-2016/03/00008	18

6. CONCLUSÕES

O presente relatório atendeu o objetivo de apresentar as atividades que estão em andamento e que serão executadas, além dos prazos estimados, para as barragens da UTM.

As barragens da UTM encontram-se, segundo auditor nas últimas inspeções de segurança e segundo fiscais da FEAM e da ANA, em condições favoráveis, sem apresentarem qualquer evidência de processos instabilizatórios, passados, em curso ou com potencial risco de ocorrência.

A contratação em andamento pela RMS GEDEC.M-2016/03/00008 irá adequar as barragens referente ao solicitado pela legislação atual de segurança de barragens, além de permitir a execução de ações que visem aprimorar a margem de segurança dessas estruturas.

7. EQUIPE TÉCNICA ENVOLVIDA NA ELABORAÇÃO/REVISÃO

Nome	Função/Cargo	Participação
Paulo Giacchetta	Projetista	Revisão Técnica

8. ANEXOS

- Anexo A - Cronograma

Anexo A

Cronograma